

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

PCT/JP99/06150

09/582903

04.11.99

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

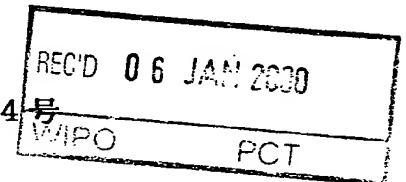
Date of Application:

1998年11月20日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第331694号



出 願 人

Applicant (s):

セイコーインスツルメンツ株式会社

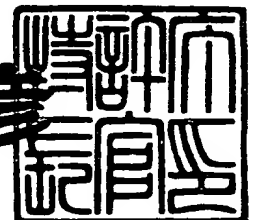
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年12月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出証番号 出証特平11-3085362

【書類名】 特許願

【整理番号】 98000551

【提出日】 平成10年11月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 37/00

【発明の名称】 近視野光プローブおよびその製造方法

【請求項の数】 14

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 加藤 健二

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 新輪 隆

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 市原 進

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 千葉 徳男

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメンツ株式会社内

【氏名】 大海 学

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス

ツルメッツ株式会社内

【氏名】 笠間 宣行

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬 1 丁目 8 番地 セイコーインス
ツルメッツ株式会社内

【氏名】 光岡 靖幸

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメッツ株式会社

【代表者】 伊藤 潔

【代理人】

【識別番号】 100096286

【弁理士】

【氏名又は名称】 林 敬之助

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008246

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003012

【プルーフの要否】 不要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 近視野光プローブおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、

前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成された光導波路と、

前記光導波路に形成され、光路を曲げる光反射層と、
を備えたことを特徴とする近視野光プローブ。

【請求項 2】 前記光導波路は、前記逆錐状の穴の内側にも形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の近視野光プローブ。

【請求項 3】 前記逆錐状の穴が、斜度の異なる複数の斜面により形成されたことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の近視野光プローブ。

【請求項 4】 前記複数の斜面において、前記複数の斜面の平均の斜度より小さい斜度をもつ斜面が前記微小開口近傍にあることを特徴とする請求項 3 に記載の近視野光プローブ。

【請求項 5】 前記複数の斜面において、少なくとも 1 つの斜面が、前記平面基板の前記微小開口が形成された面となす角が、55 度より小さいことを特徴とする請求項 3 に記載の近視野光プローブ。

【請求項 6】 前記逆錐状の穴が、少なくとも 1 つの曲面状の斜面を有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれか 1 つに記載の近視野光プローブ。

【請求項 7】 前記曲面状の斜面の少なくとも 1 つは、前記微小開口近傍において、開口に近づくに従って斜度が小さくなることを特徴とする請求項 6 に記載の近視野光プローブ。

【請求項 8】 前記光反射層、あるいは前記光導波路は、前記微小開口への集光機能あるいは前記微小開口からの光のコリメート機能を有していることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれか 1 つに記載の近視野光プローブ。

【請求項 9】 前記光導波路が、クラッドとコアとの組み合わせによって構

成されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 つに記載の近視野光プローブ。

【請求項 10】 前記平面基板は、前記微小開口を複数有し、
前記光導波路および前記光反射層は、少なくとも一つの光源より発した光を、
前記複数の微小開口の方向に導くように形成されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 のいずれか 1 つに記載の近視野光プローブ。

【請求項 11】 逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、

前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成された光導波路と、

前記光導波路に形成され、光路を曲げる光反射層と、
を備えた近視野光プローブを製造するにあたり、

前記光導波路は、前記平面基板上に積層されて形成されることを特徴とする近視野光プローブの製造方法。

【請求項 12】 逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、

前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成された光導波路と、

前記光導波路に形成され、光路を曲げる光反射層と、
を備えた近視野光プローブを製造するにあたり、

前記光導波路は、前記平面基板上に接合されて形成されることを特徴とする近視野光プローブの製造方法。

【請求項 13】 平面基板に、頂点を微小開口とするように貫通した逆錐状の穴を形成する工程と、

光導波路を、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に積層形成する工程と、

光反射層を、光路を曲げるように前記光導波路に形成する工程と、
を含むことを特徴とする近視野光プローブの製造方法。

【請求項 14】 平面基板に、頂点を微小開口とするように貫通した逆錐状

の穴を形成する工程と、

光導波路を、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に接合して形成する工程と、

光反射層を、光路を曲げるように前記光導波路に形成する工程と、
を含むことを特徴とする近視野光プローブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、近視野光を利用した高密度な情報の再生および記録を可能とする光プローブ、あるいは微細領域の光学情報を得る光プローブに関し、特に微小開口から効率よく光を照射、検出する光プローブに関する。

【0002】

【従来技術】

通常の光学特性を観察する光学顕微鏡は、試料の照射に用いられる可視光、すなわち伝搬光の回折限界により、構造観察の分解能に限界があり、数百ナノメートル以下の試料の構造を分析することが困難となっている。

そこで、試料表面においてナノメートルオーダーの微小な領域を観察するために走査型トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡に代表される走査型プローブ顕微鏡が用いられる。この走査型プローブ顕微鏡は、先端が先鋭化されたプローブを試料表面に走査させ、プローブと試料表面との間に生じるトンネル電流や原子間力などの相互作用を観察対象として、プローブ先端形状に依存した分解能の像を得ることができる。しかし、得られる表面形状像の分解能はプローブの先端形状に依存している。

【0003】

そこでいま、プローブと試料表面に生成される近視野光との間に生じる相互作用を検出することで前述の光学顕微鏡における伝搬光の回折限界を打破し、試料表面の微小な領域の観察を可能とした近視野光学顕微鏡が注目されている。

近視野光学顕微鏡においては、伝搬光を試料の表面に照射して近視野光を生成し、生成された近視野光を先端が先鋭化されたプローブによって散乱させ、その

散乱光を従来の伝搬光検出と同様に処理することで、従来の光学顕微鏡による観察分解能の限界を打破し、より微小な領域の観察を可能としている。また、試料表面に照射する光の波長を掃引することで、微小領域における試料の光学物性の観察をも可能としている。

【0004】

近視野光学顕微鏡には、光ファイバを先鋭化して周辺を金属でコーティングし、その先端に微小開口を設けた光ファイバプローブを使用することが多く、その微小開口部を近視野光と相互作用させることによって生じた散乱光をその光ファイバプローブ内部に通過させて光検出器に導く。

また、光ファイバプローブを通して試料に向けて光を導入させることによって、光ファイバプローブの微小開口に近視野光を生じさせ、この近視野光と試料表面の微細構造との相互作用によって生じた散乱光を更に付加された集光系を用いて光検出器に導き、表面観察を行うことも可能である。

【0005】

更に、顕微鏡としての利用だけでなく、光ファイバプローブを通して試料に向けて比較的強度の大きな光を導入させることにより、光ファイバプローブの微小開口にエネルギー密度の高い近視野光を生成し、その近視野光によって試料表面の構造または物性を局所的に変更させる高密度な光メモリ記憶としての応用も可能である。

【0006】

近視野光学顕微鏡に使用されるプローブとして、例えば米国特許第5294790号に開示されているように、フォトリソグラフィ等の半導体製造技術によってシリコン基板にこれを貫通する開口部を形成し、シリコン基板の一方の面には絶縁膜を形成して、開口部の反対側の絶縁膜上に円錐形状の光導波路を形成したプローブが提案されている。この光プローブにおいては、開口部に光ファイバを挿入し、光導波路の先端部以外を金属膜でコーティングすることで形成された微小開口に光を透過させることができる。

【0007】

更に、上述したプローブのように先鋭化された先端をもたない平面プローブの

使用が提案されている。平面プローブは、シリコン基板に異方性エッチングによって逆ピラミッド構造の開口を形成したものであり、特にその頂点が数十ナノメートルの径を有して貫通されている。そのような平面プローブは、半導体製造技術を用いて同一基板上に複数作成すること、すあわちアレイ化が容易であり、特に近視野光を利用した光メモリの再生及び記録に適した光メモリヘッドとして使用できる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、光ファイバプローブにおいては、先鋭化された先端を有しているために（１）機械的強度が十分でなく、（２）大量生産しにくく、（３）アレイ化にも適していない。また、（４）近視野光を乱すことで得られる散乱光は非常に微弱であるため、光ファイバを通してその散乱光を検出する場合には、検出部において十分な光量を得るための工夫が必要となる。また、光ファイバを通して十分な強さの近視野光を生成する場合には、（５）その光ファイバの微小開口部に光を集光する工夫が必要となる。

【0009】

また、光プローブにおいては、（１）アレイ化、特に２次元に配列するアレイ化の実現は困難である。また、これらは元来、顕微鏡としての利用を目的としているために光メモリの情報の記録あるいは再生を念頭においてはおらず、（２）記録媒体上の高速な掃引は困難である。

また、平面プローブにおいては、大量生産及びアレイ化に適しており、突出した先鋭部をもたないために機械的強度も十分ではあるが、（１）その開口部に十分な強さの近視野光を生成するために、光を集光する工夫が必要となる。たとえば、その開口部にボールレンズを充填することによって集光を実現する場合、ボールレンズには個々のばらつきがあり、開口部に光の焦点をあわせることは困難である。

【0010】

従って、本発明は、上記した従来の微小な開口を有するプローブにおいて、十分な近視野光を検出および生成できるプローブ、さらに近視野光を利用した光メ

モリの情報の記憶あるいは再生を実現させるために、コンパクトな構成かつ大量生産および２次元に配列したアレイ化に適した光メモリヘッドとしての近視野光プローブを提供することを目的とする。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するために、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成された光導波路と、前記光導波路に形成され、光路を曲げる光反射層と、を備えたことを特徴としている。

【００１２】

従って、光反射層による光の反射により微小開口近辺に光を集光することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記光導波路は、前記逆錐状の穴の内側にも形成されたことを特徴としている。

【００１３】

従って、光導波路を微小開口近くに配置することが可能となり、微小開口部に照射する光量が多くなり、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記逆錐状の穴が、斜度の異なる複数の斜面により形成されたことを特徴としている。

【００１４】

また、前記複数の斜面において、前記複数の斜面の平均の斜度より小さい斜度をもつ斜面が前記微小開口近傍にあることを特徴としている。

従って、微小開口近辺で緩やかな斜面を有する構造にすることで、開口近辺での光伝搬のロスを減少することができ、開口より生成される近視野光の強度の増

加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。

【0015】

また、前記複数の斜面において、少なくとも1つの斜面が、前記平面基板の前記微小開口が形成された面となす角が、55度より小さいことを特徴とすることによっても、開口近辺での光伝搬のロスを減少することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記逆錐状の穴が、少なくとも1つの曲面状の斜面を有することを特徴としている。

【0016】

従って、微小開口近辺では緩やかな斜面を有し、開口近辺での光伝搬のロスを減少することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記曲面状の斜面の少なくとも1つは、前記微小開口近傍において、開口に近づくに従って斜度が小さくなることを特徴としている。

【0017】

従って、微小開口近辺で緩やかな斜面を有する構造にすることで、開口近辺での光伝搬のロスを減少することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記光反射層、あるいは前記光導波路は、前記微小開口への集光機能あるいは前記微小開口からの光のコリメート機能を有していることを特徴としている。

【0018】

従って、光反射層あるいは光導波路に構成した集光機能の効果により微小開口部に光を集光することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた

近視野光プローブを提供できる。

また、光反射層あるいは光導波路に構成した光のコリメート機能の効果により微小開口から検出した光を効率よく伝搬することができる近視野光プローブを提供できる。

【0019】

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記光導波路が、クラッドとコアとの組み合わせによって構成されていることを特徴としている。

従って、光導波路を、屈折率の異なるコア、クラッドの構成とすることで、光の伝搬効率のよい近視野光プローブを提供できる。

また、本発明に係わる近視野光プローブにおいては、前記平面基板は、前記微小開口を複数有し、前記光導波路および前記光反射層は、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成され、一つの光源より発した光を、前記複数の微小開口の方向に導くように形成されたことを特徴としている。

【0020】

従って、光導波路および光反射層により微小開口部に光を効率よく伝搬することができ、且つ微小開口近辺で緩やかな斜面を有する構造とすることで、開口近辺での光伝搬のロスを減少することができ、開口より生成される近視野光の強度の増加が図れるとともに、機械的な強度の大きい、コンパクトな構成でかつ、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。また、本発明に係わる近視野光プローブを光メモリヘッドとして使用する場合に、プローブの高速な掃引を必要としない情報の記録かつ再生を可能とした光プローブを提供できる。

【0021】

つぎに、本発明に係わる近視野光プローブの製造方法では、逆錐状の穴がその頂点を微小開口とするように貫通して形成された平面基板と、前記平面基板の、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に形成された光導波路と、前記光導波路に形成され、光路を曲げる光反射層と、を備えた近視野光プローブを製造するにあたり、前記光導波路は、前記平面基板上に積層されて形成されることを特徴としている。また、前記光導波路は、前記平面基板上に接合されて形成されることを特徴としている。

【0022】

また、本発明に係わる近視野光プローブの製造方法では、平面基板に、頂点を微小開口とするように貫通した逆錐状の穴を形成する工程と、光導波路を、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に積層形成する工程と、光反射層を、光路を曲げるように前記光導波路に形成する工程と、を含むことを特徴としている。

【0023】

あるいは、光導波路を、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に積層形成する工程に代わり、光導波路を、前記微小開口が形成された面と反対側の面上に接合して形成する工程にて行うことを特徴としている。

従って、このような製造方法では、フォトリソグラフィ技術を用いた半導体製造プロセスにて作製でき、コンパクトな構成で、良好な再現性を有し、量産性に優れた近視野光プローブを提供できる。また、同一基板上に複数の開口を形成するアレイ化した近視野光プローブおよび光メモリヘッドを提供できる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係る近視野光プローブの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

〔実施の形態1〕

図1は、実施の形態1に係わる近視野光プローブの一部の断面図を示している。

【0025】

図1において、開口6を有するシリコン基板1上に、光反射膜2を介して光導波層4を設け、またその上面には光反射膜3を設けている。

シリコン基板1はこれを貫通するようにテーパ部7が形成され、微小な開口6を有している。開口6は、テーパ部7から導入される光によって近視野光が生成されるように、100ナノメートル以下の微小な径を有している。テーパ部7は、異方性を有するシリコンのエッチング技術によりシリコン基板1を加工することにより形成される。このテーパ部7には、上部より伝わった光を反射し、より

多くの光を開口 6 に集光できるように光反射膜 2 が形成される。

【0026】

テーパ部 7 の内側およびシリコン基板 1 上には光導波層 4 が形成される。また、光導波層 4 上には、ミラーの反射効率を向上するように、あるいは光導波層での伝搬効率を向上するように、光反射膜 3 が形成される。図中には示していないが、レーザ光源あるいは光ファイバより出力された光は、光入射端 5 より光導波層 4 内に入射し、光導波層 4 により開口 6 上面に導かれる。開口 6 上には、光の方向を変えるミラー部 8 が設けてあり、光導波層 4 を伝搬してきた光はこのミラー部 8 で反射し、進行方向を開口方向に向けて進んでいく。ミラー部 8 は凹面の形状をしており、反射する光は開口 6 近辺に集光される。また、ミラー部 8 に、グレーティングを形成しても良い。ミラー部 8 に、波長 λ 程度のピッチで溝を形成する。ここで反射する光は、グレーティングの効果により、開口 6 近辺に集光される。ミラー部 8 で反射され、開口 6 方向に伝搬する光は、テーパ部 7 内側に形成された光反射膜 2 により反射され、さらに開口 6 方向に集光される。このように、集光されることにより、局所的な高エネルギーの光が集められ、開口 6 に生ずる近視野光の強度を増大させる。

【0027】

図 2 (A) および図 2 (B) は、図 1 に示した近視野光プローブの製造工程の 1 つを示す説明図である。図 2 (A) は側面からみた形状を、図 2 (B) は上面からみた形状を示す。

はじめに、ステップ S101 では、シリコンの異方性を有するエッチング法にてシリコン基板 1 内にテーパ部 7 を形成する。例えば、(100) 結晶方位を有するシリコン基板の上面に異方性エッチングのマスクとなる熱酸化膜または、窒化膜を設け、通常の半導体工程で使用するフォトリソグラフィ技術をもちいてマスクに開口窓を設け、エッチングされるシリコン表面を露出させる。続いて、開口窓が形成された面をエッチング溶液にさらし、シリコン基板 1 に逆ピラミッド構造をした四方面のテーパを形成する。次にシリコン基板 1 上に形成したマスク材を除去することにより、テーパ部 7 が形成されたシリコン基板 1 を得ることができる。エッチング溶液として、例えば、水酸化カリウム (KOH) あるいは

テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド (TMAH) といった面方位によってエッチング速度が異なる溶液を使用することにより、容易にテーパを形成することが可能である。また、エッチング溶液に浸すことに代わり、異方性を有するドライエッチング、例えば反応性イオンエッチング (RIE) 装置によるエッチングを用いることによってもテーパ部の形成が可能となる。

【0028】

続いて、ステップ S102 では、シリコン基板 1 を裏面側よりエッチングし、シリコン基板 1 内に微小な開口 6 を形成する。シリコン基板 1 の裏面側をエッチングし、基板の厚みを薄くする。開口 6 が形成されたところでエッチングを終了する。その結果、テーパ部 7 の底面に開口 6 が形成される。開口のサイズは、50 nm から 3 μ m 程度に形成する。エッチングは、ウェットエッチングを用いても、ドライエッチングを用いても良い。

【0029】

また、ステップ S102 の工程を行わず、ステップ S101 の工程にて開口 6 を形成してもよい。つまり、表面からエッチングを行って、シリコン基板 1 を貫通させ、開口 6 を形成する。

続いて、ステップ S103 では、テーパ内部およびシリコン基板上面に A1 や Au といった光反射率の高い材料を積層し、光反射膜 2 を形成する。光反射層 2 を形成することで、開口近辺に伝搬された光を反射し、開口 6 に集光することが可能となる。この結果、開口 6 に集光される光の強度が増大し、大きな近視野光を発生させることができる。また、光反射膜 2 の積層する厚さをコントロールし、開口 6 の大きさを調整する。こうして開口サイズは、10 nm から 100 nm の大きさに作製する。

【0030】

続いて、ステップ S104 では、光反射膜 2 上に、光導波層 4 を積層する。光導波層 4 の材料は、酸化シリコンや窒化シリコン等の誘電体材料、あるいは、ポリイミドやポリメタクリル酸といった高分子材料を使用する。誘電体材料である酸化シリコンの場合、スパッタリング法、CVD 法、真空蒸着法によって容易に形成できる。この光導波層 4 を屈折率の異なるコア、クラッドにより形成しても

よい。この場合、光はコアを全反射して伝搬していくため、伝搬ロスを減少させることができる。

【0031】

また、ステップS104では、光導波層4を、光反射膜2上に接合して形成してもよい。この場合、図2では、テーパ内に光導波路を形成した構造を示しているが、これに限らず、テーパ内に光導波路が無い構造をしていても良い。接合方法として、陽極接合法、金属接合法などを使用する。陽極接合法を使用する場合は、シリコン基板1上の光反射膜2の一部を剥離し、光導波層4となる酸化シリコンをシリコン基板表面と接合する。金属接合法を使用する場合は、光導波層4の接合面に、光反射膜2と同様な材料を形成し、光反射膜2と接合する。

【0032】

続いて、ステップS105では、フォトリソグラフィ技術とエッチングを用いて、光導波層4の形状を作製する。通常の半導体製造工程で用いられるフォトリソグラフィ技術を使用して、光導波層4上にエッチングを保護するマスク材を積層し、マスク材をパターニングする。その後、光導波層4をエッチングし、マスク材を除去して、光導波層4をパターニングできる。この光導波層のパターニングに際し、ミラー部8となる形状も同時に作製する。ミラー部8は、水平方向よりすすんできた光を開口方向に反射できる角度に形成され、さらに、反射した光を開口近辺に集光するように凹面形状をしている。このような形状をしたミラー部8を作製するために、光導波層4のエッチングは、反応性イオンエッチングに代表される異方性を有するドライエッチング法を用いる。また、ミラー部8を、グレーティング形状に作製しても良い。ミラー部8に、波長λ程度のピッチで溝を作製する。グレーティングの作製は、電子ビーム加工、ドライエッチング法、収束イオンビーム法などの微細加工方法を用いても良い。

【0033】

最後に、ステップS106では、光導波層4上に、光反射層3を形成する。光反射層3には、光反射率の高いAl, Auといった金属材料を使用し、スパッタリング法あるいは真空蒸着法にて形成する。光反射層3により、ミラー部8で光を反射し、多くの光を開口6近辺に集光することが可能となる。この結果、開口

での光強度が増大し、大きな近視野光を発生させることが可能となる。また、光反射層 3 を設けることで、上方あるいは側面からの光ノイズを除去できる。

【0034】

以上、本発明の実施の形態 1 における近視野光プローブでは、光を反射する機能に加え、光を集光する機能を有した構造をしており、開口近辺に多くの光を照射することが可能となり、光強度の大きい近視野光を容易に発生させることができる。

また、半導体製造プロセスに用いられる技術によって微小な開口を形成できるため、このような開口を有するシリコン基板は、近視野光を生成できる平面プローブとして活用でき、コンパクトな構成をしており、特に同一シリコン基板上に複数の開口を形成するアレイ化が容易となる。また、シリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、量産に適したものとなる。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少ない。さらに、製品特性が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

【0035】

次に、以上に説明した近視野光プローブの構成を光メモリヘッドとして記憶媒体上に配置し、開口 6 に生成される近視野光によって光記録を行う方法を説明する。

前記光メモリヘッドを、記憶媒体として例えば円盤状の平面基板の上方に配置する。各々の光メモリヘッドの開口に生成される近視野光を記録媒体に作用させるために、開口と記録媒体との間を開口径程度まで近接させる必要がある。そこで、光メモリヘッドと記録媒体の間に潤滑剤を充填し、光メモリヘッドを十分に薄く形成することで、潤滑剤の表面張力を利用して光メモリヘッドと記録媒体との間隔を十分に小さく維持できる。更には、記録媒体の歪みに対しても追従できる。

【0036】

なお、光メモリヘッドと記録媒体との近接状態を上記した潤滑剤によらずに、ハードディスク技術に用いられているフライングヘッドと同様にエアベアリング

によって制御してもよい。

記録媒体として用いられる材料を、例えば相変化記録方式を適用できる材料とした場合に、その記録は光エネルギーのヒートモードを用いるために、光の高密度化は重要な要素となる。従って、近視野光を利用した光記憶の場合も十分に大きな強度の近視野光の生成が望まれ、本発明による光メモリ用ヘッドにおいては、図1中に示したミラー部8における凹面による集光作用によって、その近視野光の強度増強を達成している。上述した説明においては、光メモリ用ヘッドの開口に集光して近視野光を生成させる、いわゆる近視野光学顕微鏡と言うイルミネーションモードであるが、他の光学系によって記録媒体面に光を照射し、記録媒体面上の微小な情報記録構造によって生ずる近視野光を微小な開口によって検出する、いわゆるコレクションモードに対しても本発明による近視野光プローブは有効となる。その場合、開口6で検出された近視野光は散乱光に変換されて、光導波層4を伝搬し、光入射端5に到達する。そこで、光入射端近辺に光検出器を配置する。

【0037】

また、実施の形態1に係わる光メモリ用ヘッドとして使用する近視野光プローブは、一般的な半導体プロセスにて形成されているため、同一シリコン基板上に2次元的に複数個配列させることが容易となる。

図3に、前記光メモリヘッドを同一シリコン基板上に2次元にアレイ状に配置した光メモリヘッドアレイの構成を示す。1つの光源12より照射された光が、4つの光メモリヘッド11の開口上面に導かれるように光導波路層13が形成される。光源12によって照射された光は、シリコン基板10の端面に存在する光導波路層13の入射端に照射され、光導波路層13内に入射される。入射した光は、光導波路層13内を通り、図1と同様に、テーパ部内部に設けた光反射膜により反射されながら、効率良く各々の光メモリヘッド11の開口近辺に導かれる。導かれた光によって、各々の開口からは近視野光が生成される。図3に示した光メモリヘッドアレイにおいては、1つの光源に対して、1つのシリコン基板10上に4つの光メモリヘッド11を記しているが、これに限らず、様々な組み合わせが可能である。

【0038】

上記のように、実施の形態1に係わる光メモリ用ヘッドとして使用する近視野光プローブは、同一シリコン基板上に2次元的に複数個配列する構成が可能のため、記憶媒体上におけるヘッドの掃引を最小限に抑え、高速な光記憶及び読み出しが可能となり、更には、前記配列間隔を記録媒体上の情報記録単位間隔に適合させることによってトラッキングレスが実現できる。

【0039】

〔実施の形態2〕

図4は、実施の形態2に係わる近視野光プローブの一部の断面図を示している。

図4において、実施の形態1に係わる近視野光プローブと同様に、開口6を有するシリコン基板1上に、光反射膜2を介して光導波層4を設け、またその上面には光反射膜3を設けている。開口6は、テーパ部7から導入される光によって近視野光が生成されるように、100ナノメートル以下の微小な径を有している。

【0040】

実施の形態2に係わる近視野光プローブでは、光導波層4に光を入射させる光入射端14に集光機能を有した構造をしている。図4に示すように、光入射端14の形状を凸面の形状にすると、図中には示していないレーザ光源あるいは光ファイバより出力された光は、光入射端14より光導波層4に入射され、そのレンズ効果により、集光される。集光された光は、ミラー部9で開口方向に反射され、開口近辺に照射される。開口近辺のテーパ部7には、上部より伝わった光を反射し、より多くの光を開口6に集光できるように光反射膜2が形成される。このように、集光されることにより、局所的な高エネルギーの光が集められ、開口6に生ずる近視野光の強度は増大する。

【0041】

また、光入射端14を、グレーティング形状にしても良い。光入射端14に、波長λ程度のピッチで溝を形成する。ここで光導波路入射する光は、グレーティングの効果により、集光され、ミラー部9での反射により、開口6近辺に照射さ

れる。

実施の形態 2 における近視野光プローブは、図 2 に示した実施の形態 1 における近視野光プローブと同様な製造プロセスにて作製できる。光入射端 14 の凸面形状は、図 2 に示すステップ S 105 の工程にて、異方性を有するエッチングにて作製する。たとえば、反応性のイオンドライエッチングを用い、凸面の形状を作製する。また、集光機能を光入射端に設けているが、光導波路中に形成しても良いことは言うまでもない。また、図 2 では、いわゆる近視野光学顕微鏡でいうイルミネーションモードの形態を示しているが、いわゆるコレクションモードでも可能である。

【0042】

以上、本発明の実施の形態 2 における近視野光プローブでは、光導波路の一部に光を集光する機能を有しており、開口近辺に多くの光を照射することが可能となり、光強度の大きい近視野光を容易に発生させることができる。

また、実施の形態 1 と同様に、半導体製造プロセスに用いられる技術によって微小な開口を形成できるため、このような開口を有するシリコン基板は、近視野光を生成できる平面プローブとして活用でき、コンパクトな構成をしており、特に同一シリコン基板上に複数の開口を形成するアレイ化が容易となる。また、シリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、量産に適したものとなる。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少ない。さらに、製品特性が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

【0043】

〔実施の形態 3〕

図 5 は、実施の形態 3 に係わる近視野光プローブを構成するシリコン基板の一部の断面図を示している。図 5 では、2 つの角度の異なる斜面によりテーパを形成しているシリコン基板を示す。

この実施の形態 3 の近視野光プローブは、開口近辺での斜面を緩やかにし、テーパを広角化することで、開口近辺での光の効率をより向上させたものである。一般的に伝搬光は、光を伝搬する光導波路の径が、波長 λ より小さな領域では、

伝搬ロスが大きい。そこで、開口近辺でのテーパを広角化することで、径が波長 λ 以下の領域を小さくし、開口部に到達する光量を大きくすることができる。その結果、開口より発生する近視野光の強度を大きくすることができる。

【0044】

図1に示すシリコン基板1のテーパ部7では、シリコンの異方性エッチングを用いて作製しており、単結晶シリコンの(111)面で斜面を形成している。そのため、テーパ部7の斜面とシリコン基板1の底面との成す角度は、約55度である。

図5に示すシリコン基板21のテーパ部では、2つの異なる結晶面で斜面を形成してある。上段のテーパ部22の比較的急な勾配の斜面は、シリコン基板の(111)面で形成されており、下段のテーパ部23は比較的緩やかな勾配の斜面で形成されている。このように構成されたシリコン基板21の開口24は、斜面とシリコン基板の底面との成す角度が約30度であり、図1に示すシリコン基板1に形成された開口近辺のテーパに比べ、より広角な形状をしている。

【0045】

図6(A)および図6(B)は、図5に示したシリコン基板21の製造工程の1つを示す説明図である。図6(A)は側面からみた形状を、図6(B)は上面からみた形状を示す。

はじめに、ステップS201では、半導体製造で使われるフォトリソグラフィ技術を用いて、シリコン基板21上に、マスク材25を積層した後、パターニングを行う。その形状を2段以上の階段状に形成する。マスク材25には、酸化シリコン、窒化シリコン、フォトレジスト等を使用する。

【0046】

続いて、ステップS202では、シリコンの異方性エッチング技術を用いて、シリコン基板内にテーパ部を形成する。このエッチング技術として、例えば、水酸化カリウム(KOH)エッチング溶液にてエッチングを行うことにより、シリコンの面方向によってエッチング速度が異なるため、容易にテーパ部を形成することができる。

【0047】

続いて、ステップS203では、マスク材25をエッチングし、階段上に2段あったマスク材25を1段のマスク材26に加工する。マスク材25を等方的にエッチングすることで可能である。その結果、それまでマスク材25に覆われていた、(100)面方向をもつシリコン基板の上面の一部が新たにマスク開口窓より出現する。

【0048】

続いて、ステップS204では、シリコンの異方性エッチングを行い、シリコン基板21内に、2段で形成したテーパ部を形成する。エッチングをKOHエッチング溶液等の面方向によってエッチング速度の異なる方法で行った場合、上段のテーパ部22の斜面は、単結晶シリコンの(111)面で形成され、下段のテーパ部23の斜面は、(311)面等で形成される。そこで、下段のテーパ部23は上段のテーパ部22に比べてより緩やかな斜面となる。

【0049】

続いて、ステップS205では、マスク材26を除去する。

続いて、ステップS206では、シリコン基板21を裏面側よりエッチングし、シリコン基板内に微小な開口24を形成する。シリコン基板21の裏面側をエッチングし、基板の厚みを薄くする。開口24が形成されたところでエッチングを終了する。その結果、シリコン基板21の底面に開口24が形成される。開口24のサイズは、50nmから3μm程度に形成する。エッチングは、ウェットエッチングを用いても、ドライエッチングを用いても良い。

【0050】

実施の形態3に係わる近視野光プローブの作製工程では、上記のようなステップを踏んで作製したシリコン基板21を用いて、実施の形態1におけるステップS103からステップS106までを順次行う。

なお、実施の形態3に係わる近視野光プローブの説明で、図5および図6では、角度の異なる上下2段の斜面により形成されたテーパを例として示したが、斜面の数が2段に限らず、3段あるいは、4段と複数の斜面により形成されたテーパを有したシリコン基板を用いても良い。

【0051】

以上、本発明の実施の形態 3 における近視野光プローブでは、上記のようなシリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、量産に適したものとなる。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少ない。さらに、シリコンプロセスで作製するため、製品特性が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

【0052】

また、実施の形態 1 と同様に、微小な開口を有する構成が可能となり、近視野光を生成できる平面プローブとして活用できる。特に、シリコン基板上に複数の開口を有する構成が可能となり、アレイ化が容易となり、光ヘッドとして使用した場合、高速な光の記憶あるいは再生が可能とある。

また、実施の形態 3 に係わる光導波路プローブでは、図 5 に示すような開口 24 でのテーパの形状をより広角にしたシリコン基板 21 を用いているため、開口部近辺での光導波路層の径が波長 λ 以下の領域を小さくすることができ、この領域での光の伝搬ロスを減少させることが可能となる。その結果、開口近辺に集光された光を効率よく開口より出力することが可能となる。

【0053】

〔実施の形態 4〕

図 7 は、実施の形態 4 に係わる近視野光プローブを構成するシリコン基板の一部の断面図を示している。

この実施の形態 4 の近視野光プローブは、実施の形態 3 と同様に、開口近辺のテーパを広角化することで、光を伝搬する光導波路の径が波長 λ より小さな領域での伝搬ロスを小さくし、開口近辺での光の効率をより向上させたものである。

【0054】

図 7 に示すシリコン基板 31 では、シリコン基板内に穴が形成してあり、この穴はシリコン基板を貫通し、底面に微小な開口 33 が形成されている。穴に形成されたテーパ部 32 は、開口 33 近辺では、その斜面の角度が緩やかになっていく。穴の上部では、シリコン基板 31 の底面に対して 55 度程度の斜度でテーパ部 32 を形成しているが、開口近辺では、10 度から 30 度程度の斜度でテーパ

部33を形成している。

【0055】

図8は、図7に示したシリコン基板31の製造工程の1つを示す説明図である。

はじめに、ステップS301では、半導体製造で使われるフォトリソグラフィ技術を用いて、シリコン基板31上に、マスク材34をパターンニングした後、シリコンの異方性エッチング技術を用いて、シリコン基板31内にテーパ部を形成する。このエッチング技術として、例えば、水酸化カリウム（KOH）エッチング溶液にてエッチングを行うことにより、シリコンの面方向によってエッチング速度が異なるため、約55度の斜度のテーパ部を形成することができる。

【0056】

続いて、ステップS302では、シリコンの等方性のエッチングを行う。例えば、XeF₂によるエッチングを行うことにより、等方的にシリコンがエッチングされる。等方性を有するエッチングを行うことで、テーパ部32の底部の尖った形状が丸みを有する形状に変化していく。その結果、テーパ部32の底部近くでの斜面の角度は、シリコン基板31の底面に対して10度から30度程度となる。

【0057】

続いて、ステップS303では、マスク材34を除去する。

続いて、ステップS304では、シリコン基板31を裏面側よりエッチングし、シリコン基板31内に微小な開口33を形成する。シリコン基板31の裏面側をエッチングし、基板の厚みを薄くし、開口33が形成されたところでエッチングを終了する。その結果、シリコン基板31の底面に開口33が形成される。開口33のサイズは、50nmから3μm程度に形成する。

【0058】

また、図9は、図7に示したシリコン基板31の製造工程のまた別の1つを示す説明図である。

はじめに、ステップS401では、図8のステップS301と同様に、半導体製造で使われるフォトリソグラフィ技術を用いて、シリコン基板39上に、マスク

材 37 をパターンニングした後、シリコンの異方性エッチング技術を用いて、シリコン基板内にテーパ部を形成する。このときのマスク材 37 には、シリコン酸化膜を使用する。

【0059】

続いて、ステップ S402 では、シリコン基板 39 の周りにシリコン酸化膜 38 を形成する。シリコン酸化膜 38 は、シリコン基板 39 を高温の熱酸化炉の中に注入し、シリコン基板 39 の表面を酸化させることにより作製する。テーパ部の底部では、酸化膜が形成されにくく、その結果、テーパ部の底部でのシリコン酸化膜 38 の厚みは、テーパ部斜面でのシリコン酸化膜 38 の厚みに比べて薄くなる。

【0060】

続いて、ステップ S403 では、シリコン基板 39 の周りに形成されたシリコン酸化膜 38 を除去する。テーパ部の底部でのシリコン酸化膜 38 の厚みは、テーパ部斜面でのシリコン酸化膜 38 の厚みに比べて薄いため、シリコン酸化膜 38 を除去した後の、シリコン基板 39 のテーパ部 35 の形状は、底部に近づくとつれて斜面の角度が緩やかになり、丸みをおびた形状となる。その結果、テーパ部 35 底部の斜面の角度は、シリコン基板 39 の底面に対して 10 度から 30 度程度となる。

【0061】

続いて、ステップ S404 では、図 8 のステップ S304 と同様に、シリコン基板 39 を裏面側よりエッチングし、シリコン基板 39 内に 50 nm から 3 μ m 程度の微小な開口 36 を形成する。

実施の形態 4 に係わる光導波路プローブの作製工程では、上記のようなステップを踏んで作製したシリコン基板 31、またはシリコン基板 39 を用いて、実施の形態 1 におけるステップ S103 からステップ S106 までを順次行う。

【0062】

以上、本発明の実施の形態 4 における近視野光プローブでは、上記のようなシリコンプロセスを経て作製するので、バッチ処理が可能となり、量産に適したものとなる。

また、実施の形態 1 と同様に、微小な開口を有する構成が可能となり、近視野光を生成できる平面プローブとして活用できる。特に、シリコン基板上に複数の開口を有する構成が可能となり、アレイ化が容易となり、光ヘッドとして使用した場合、高速な光の記憶あるいは再生が可能とある。

【0063】

また、実施の形態 4 に係わる近視野光プローブでは、図 7 に示すように開口 33 でのテーパの形状をより広角にしたシリコン基板 31 を用いているため、開口部近辺での光導波路層の径が波長 λ 以下の領域を小さくすることができ、この領域での光の伝搬ロスを減少させることが可能となる。その結果、開口近辺に集光された光を効率よく開口より出力する可能となる。

【0064】

〔実施の形態 5〕

次に、これまで記載してきた微小開口を、歩留まり良く、ねらった大きさや形状に形成する実施例について述べる。図 10 は、形成される微小開口の様子を模式的に示した図である。図 10 (a) は、異方性エッチングや等方性エッチングなどの方法により、平面基板に形成された開口の断面を示す。シリコン基板 51 にテーパ部 52 が形成されることにより、微小開口 53 が形成される。この微小開口 53 の大きさは、目的とする大きさよりも大きいか、形状が目的とする形状とは異なっている。

【0065】

通常、光が微小開口 53 から出射する効率を高めるため、テーパ部 52 内部には光反射膜をスパッタや蒸着などの方法により形成する。成膜する光反射膜としては、使用する波長の光反射率を考えて、Al や Au など反射率の高いものを選択する。この成膜方向を図中に矢印で示す。通常は、A で示す様に基板に対して垂直方向から成膜するが、成膜角度を変えて例えば B の方向から成膜することも可能である。

【0066】

成膜後の平面基板に形成された開口の断面を図 10 (b) に示す。光反射膜として、金属膜 54 が厚さ t で成膜されている。テーパ部 52 内部に成膜される

ことにより、微小開口53周辺には金属膜54が若干突起しており、元の微小開口の大きさ d より小さな微小開口が形成されることがわかる。また、成膜膜厚 t により、突出量 Δr が制御できる。形成された微小開口53の様子を開口側から示す図が図10(c)である。また、成膜方向を図10(a)中の方向Aからではなく、角度をつけてBの方向から行うことにより、微小開口53周辺に成膜される金属膜54の突出量が異なり、微小開口53の形状を制御することができる。Si基板に異方性エッチングによりテーパ部と開口を形成する。Si基板はSOIを用いた薄い場合でも、通常のように500ミクロン程度と厚い場合でも良い。テーパ形状や作製方法は限定しない。異方性エッチングだけでなく、円弧状になる等方性エッチングでも良い。また、Si基板ではなく、ガラス基板に等方性エッチングなどで形成したものでも良い。テーパ部内部に製膜する金属膜は使用する波長により、反射率の良いものを用いる。赤色や近赤外光では、アルミや金が良い。膜厚は、光の浸入長以上あればよい。浸入長以下でも反射率が低くなるだけで特に問題はない。最終目標の開口径より大きな開口を形成しておき、製膜する膜厚により突出量を制御して、最終的な開口サイズを得る。製膜は、スパッタや蒸着などを用いる。突出量や突出形状は、製膜方法や製膜条件により異なる。蒸着の場合、方向性がよいので突出量は小さくなる。しかし、テーパ内部の製膜では開口近傍でも十分製膜できる。一方、スパッタでは、回り込みが大きいいため突出量が多いが、テーパ内部の製膜では開口近辺には製膜しにくい。蒸着などの場合、製膜方向を垂直(Aの場合)と傾けた場合(Bの場合)では、突出量が異なる。Aの場合は均等だが、Bの場合は、相対的に右側のテーパ部の膜厚が厚くなり、突出量も多くなる。これにより、開口形状が制御できる。上側からではなく、下側からの製膜で開口を制御しても良い。このとき、テーパ内部に金属膜があってもなくても良い。光の効率から考えると金属膜はあった方がよい。この場合の微小開口の断面を図11に示す。膜厚 t と突出量の関係は、現実的には製膜する膜厚を無制限に厚くできないため、膜厚 t の1/10以上の突出量が必要である。また、微小開口とサンプルとの距離を小さくする方が好ましい。しかし、膜厚を厚くしすぎると、金属膜の突起が生じる場所が元の開口位置からずれて、本当の開口部とサンプルとの距離が離れる可能性があるため、好ましくな

い。

【0067】

〔実施の形態6〕

次に、微小開口の大きさや形状を制御する他の実施例について説明する。

実施の形態5で示したように、シリコン基板に微小開口を形成した後、熱酸化する。このとき、酸化する度合いに応じて、表面に形成される熱酸化膜の膜厚は制御できるが、酸化される部分には体積変化も生じているため、この体積変化量も制御できる。図12は、熱酸化により体積変化が生じて、微小開口の大きさが変化する様子を示す断面図である。熱酸化膜55が形成されることにより、元のテーパや微小開口の形状（図中の波線）が、実線で示す形状に変化する。

【0068】

Si基板を酸化すると（通常は熱酸化）、酸化膜厚（通常最大で1.2ミクロン程度）に応じて体積変化が生じる。元の形状を点線で示すが、体積変化で実線の形状になる。約1：1で外側と内側に酸化膜の領域が形成。熱酸化膜厚は通常最大で1.2ミクロン程度なので、最大で内側に600nm程度（直径では1.2ミクロン程度）開口を小さくできる。イオン注入後などでは、もっと膜厚は厚くなる可能性がある。酸化膜の膜厚を制御することで、体積変化つまり突出量を制御できる。ただし、酸化膜は通常の光（可視光など）に対しては、透過性であるから、通常は微小な開口形成には金属膜が必要となる。ただしその金属膜は遮光できればよいため、実施の形態5に示したほど厚くなくても良い。金属膜の製膜は上側や下側のどちらでも良く、光の微小開口からの出射効率が変化するだけである。熱酸化だけでなく、イオン注入などによってもシリコンがアモルファス化して体積変化が生じるので、イオン注入も利用できる。他の体積変化が生じる方法なら、熱酸化やイオン注入に限らない。

【0069】

以上、実施の形態1から実施の形態6に係わる近視野光プローブは、光メモリヘッドとしての光プローブ以外に、光学顕微鏡用の光プローブとしての使用も可能である。

【0070】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の近視野光プローブによれば、従来のプローブに比べ、光を集光する機能を設け、さらに、光の伝搬ロスを抑える構造に形成してあるため、開口部からは十分な強さの近視野光を生成することができる。

また、平面プローブの形状をしており、突出した先鋭部を持たないために十分な機械的な強度を有した近視野光プローブである。

【0071】

さらに、シリコンプロセスを経て製造されており、バッチ処理が可能となり、量産に適した製造方法である。また、ウェハに対する一括した工程で作製できるため、ばらつきが少なく、製品が安定する。また、プローブの小型化が可能となり、ウェハあたりの取り個数が増加するので、コスト低減ができる。

また、2次元に配列したアレイ化に適した構造であり、光ヘッドとして使用した場合、高速な光の記憶あるいは再生が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態1に係る近視野光プローブの一部を示す断面図である。

【図2】

図1に示した近視野光プローブの製造工程を示す説明図である。

【図3】

本発明の実施の形態1に係る近視野光メモリヘッドのアレイ化を示す説明図である。

【図4】

本発明の実施の形態2に係る近視野光プローブの一部を示す断面図である。

【図5】

本発明の実施の形態3に係る近視野光プローブを構成しているシリコン基板の一部を示す断面図である。

【図6】

図5に示した近視野光プローブを構成しているシリコン基板の製造工程を示す説明図である。

【図 7】

本発明の実施の形態 4 に係る近視野光プローブを構成しているシリコン基板の一部を示す断面図である。

【図 8】

図 7 に示した近視野光プローブを構成しているシリコン基板の製造工程の一つを示す説明図である。

【図 9】

図 7 に示した近視野光プローブを構成しているシリコン基板の製造工程の一つを示す説明図である。

【図 10】

本発明の実施の形態 5 に係る、平面基板に形成した微小開口の大きさや形状を制御する様子を示す説明図である。

【図 11】

本発明の実施の形態 5 に係る、平面基板に形成した微小開口の大きさや形状を制御する様子を示す説明図である。

【図 12】

本発明の実施の形態 6 に係る、平面基板に形成した微小開口の大きさや形状を制御する様子を示す説明図である。

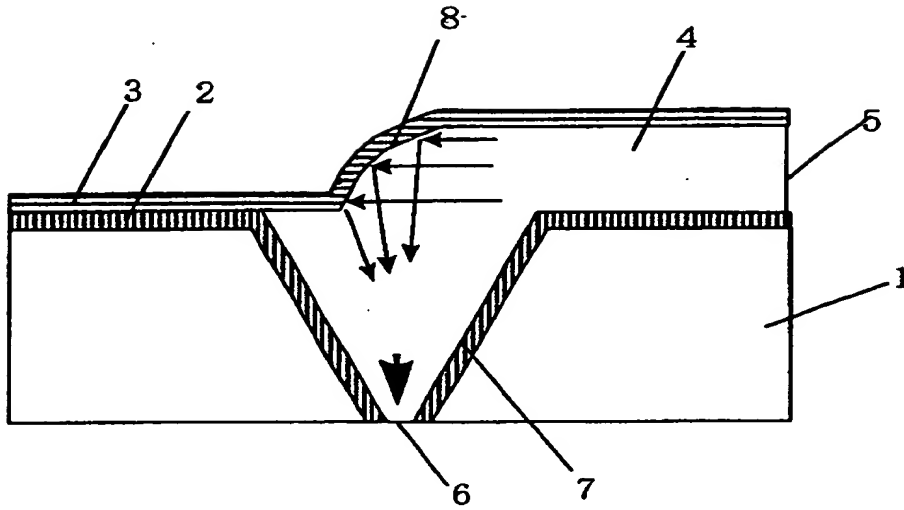
【符号の説明】

- 1 シリコン基板
- 2 光反射膜
- 3 光反射膜
- 4 光導波層
- 5 光入射端
- 6 開口
- 7 テーパー部
- 8 ミラー部
- 9 ミラー部
- 10 シリコン基板

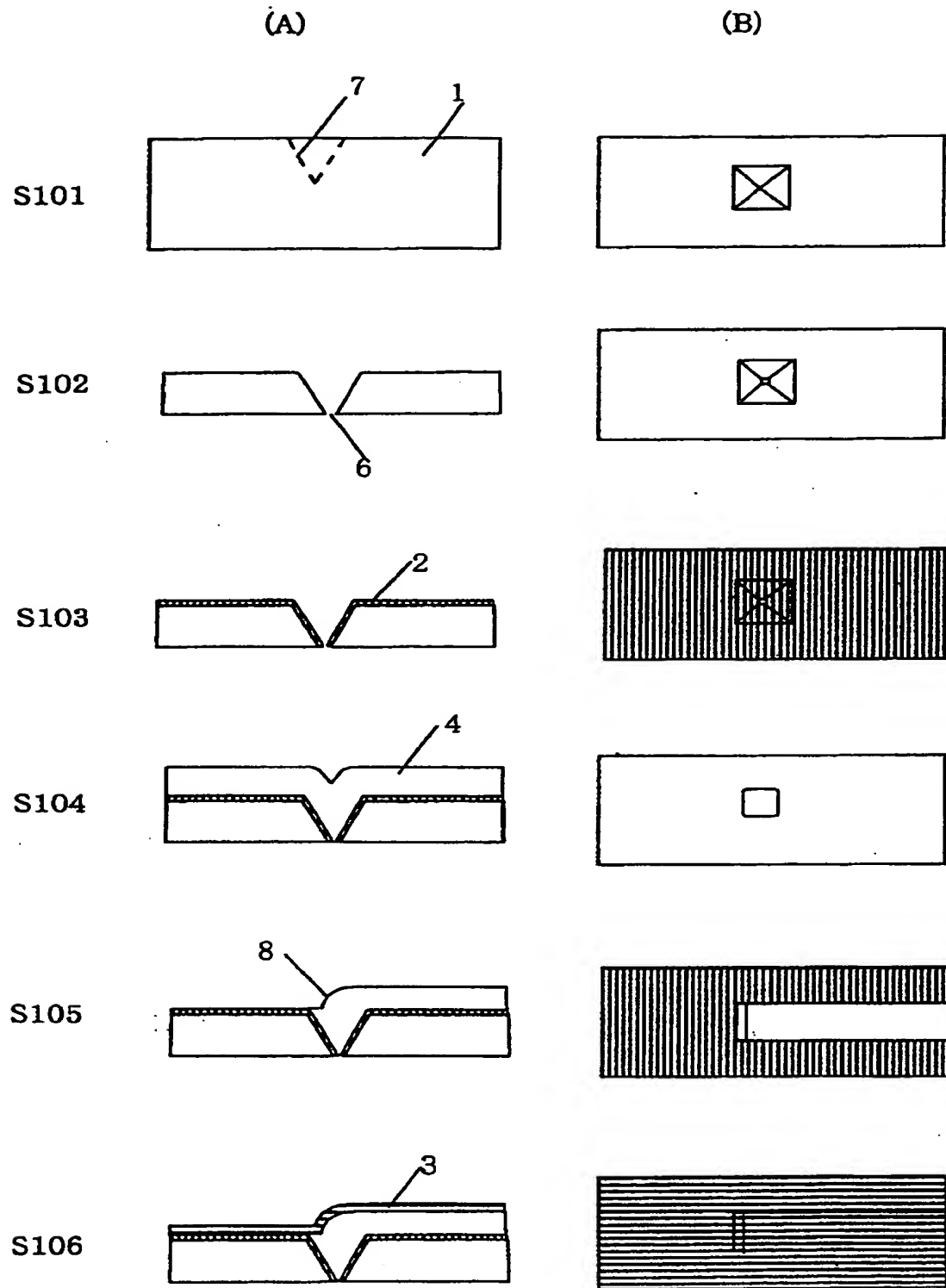
- 1 1 光メモリヘッド
- 1 2 光源
- 1 3 光導波層
- 1 4 光入射端
- 2 1 シリコン基板
- 2 2 上段のテーパ部
- 2 3 下段のテーパ部
- 2 4 開口
- 2 5 マスク材
- 2 6 マスク材
- 3 1 シリコン基板
- 3 2 テーパ部
- 3 3 開口
- 3 4 マスク材
- 3 5 テーパ部
- 3 6 開口
- 3 7 マスク材
- 3 8 シリコン酸化膜
- 3 9 シリコン基板
- 5 1 シリコン基板
- 5 2 テーパー部
- 5 3 微小開口
- 5 4 金属膜
- 5 5 酸化膜

【書類名】 図面

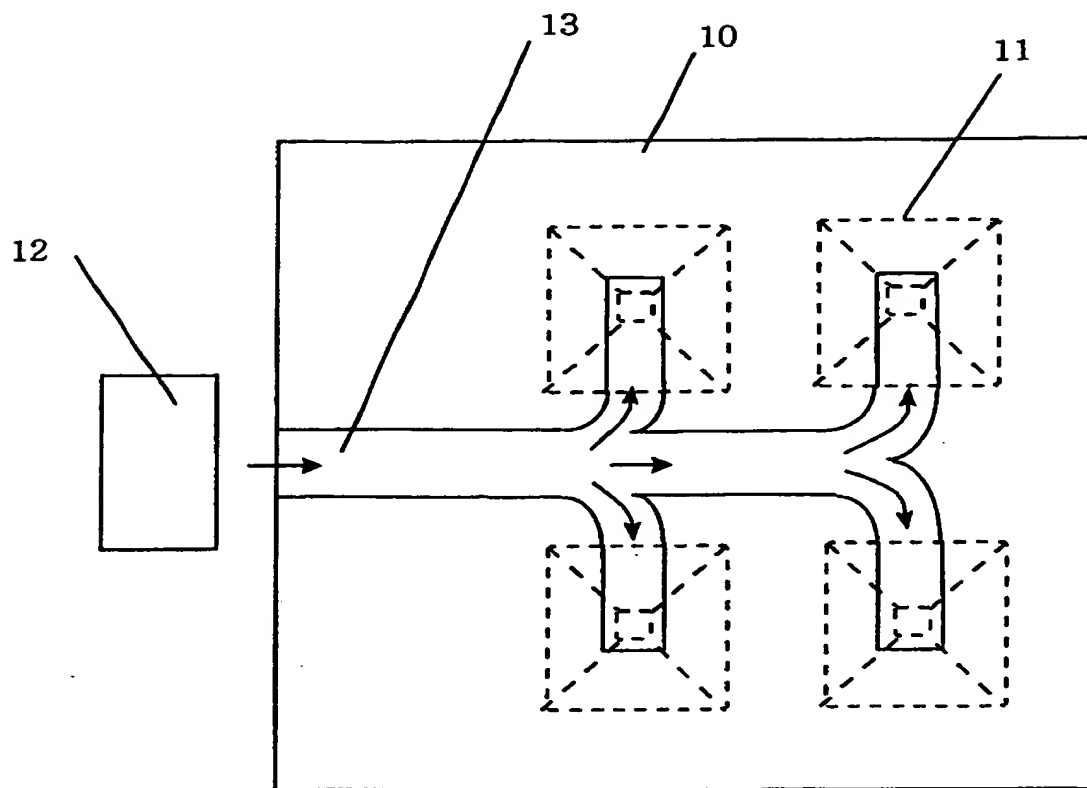
【図 1】



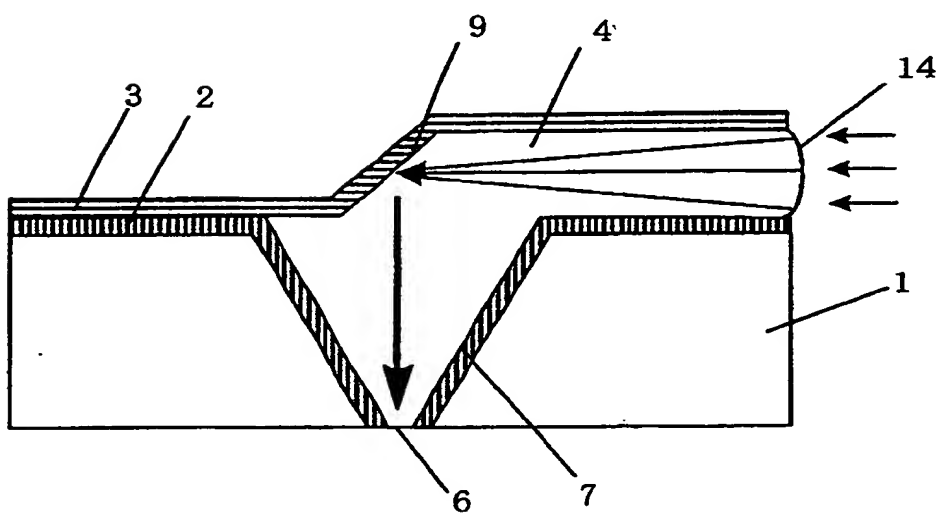
【図 2】



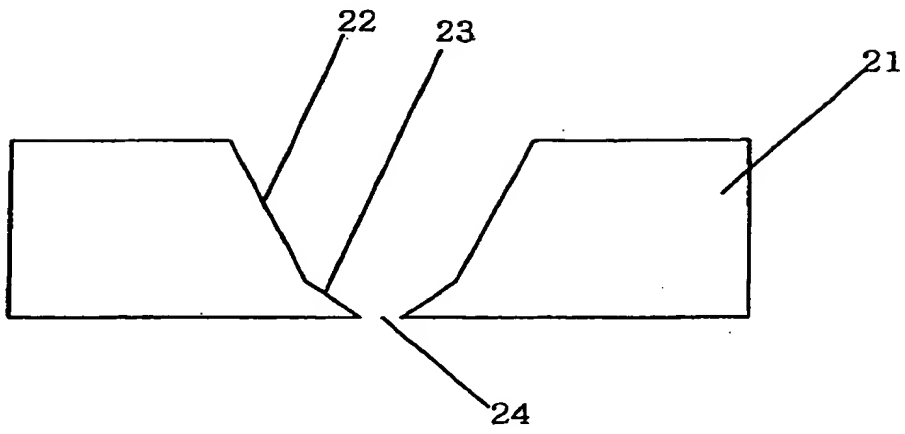
【図 3】



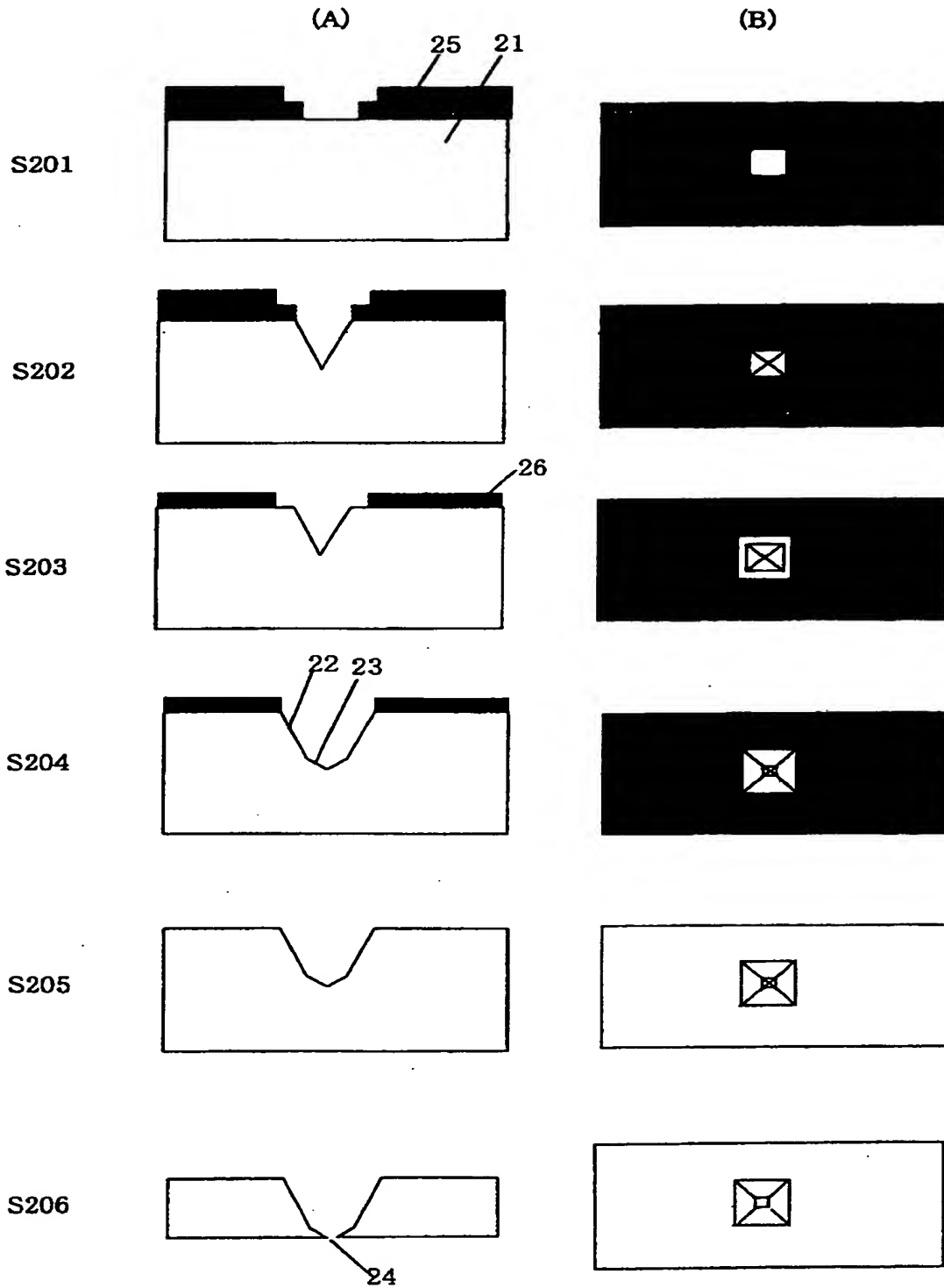
【図 4】



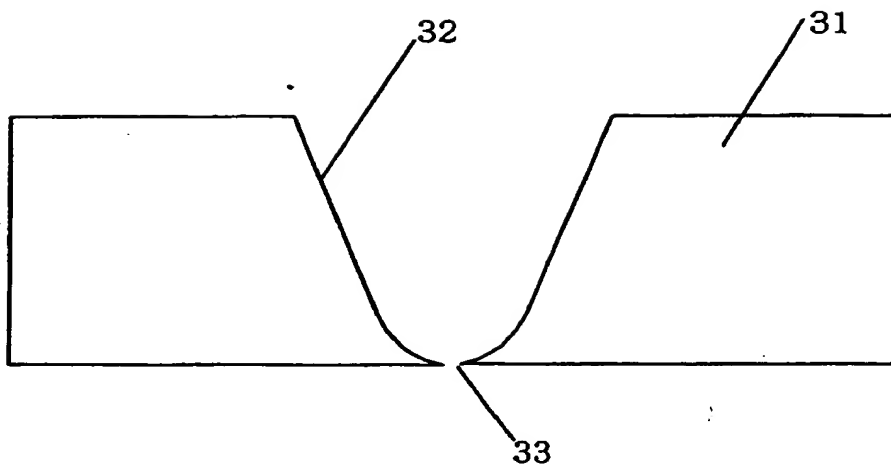
【図 5】



【図 6】

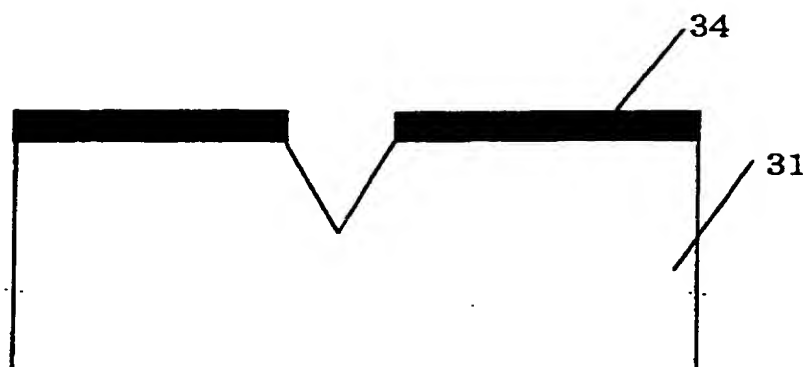


【図 7】

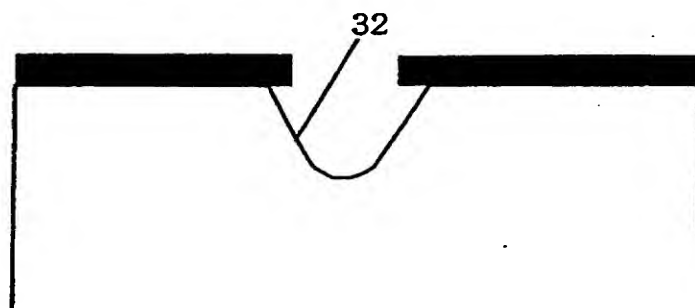


【図 8】

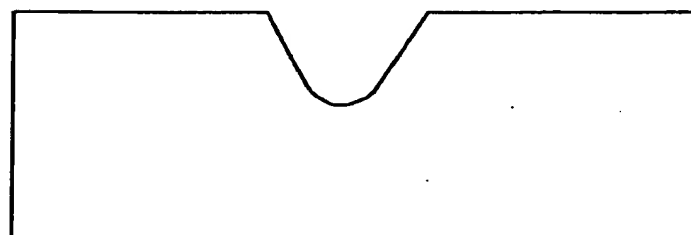
S301



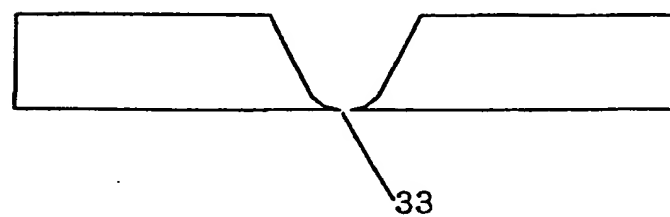
S302



S303

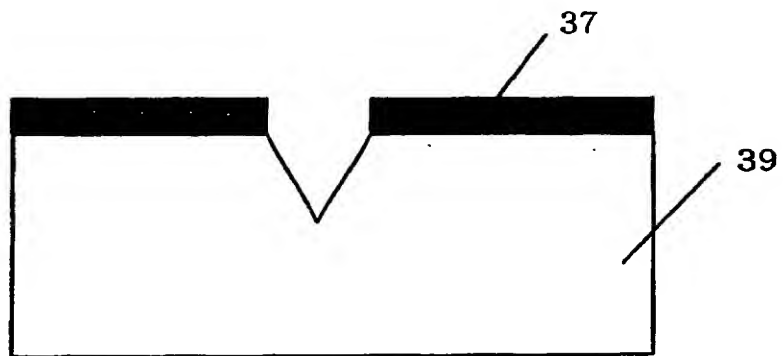


S304

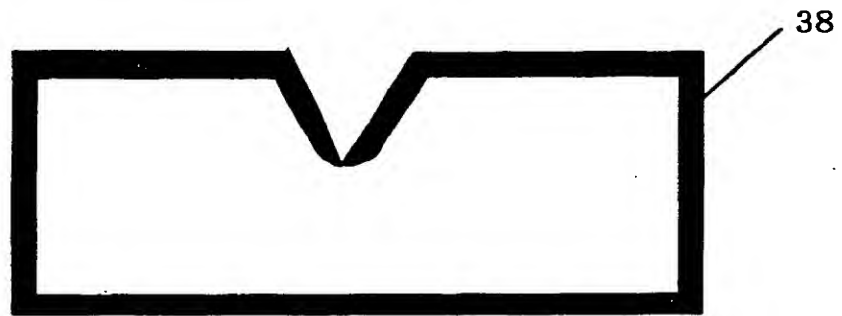


【図 9】

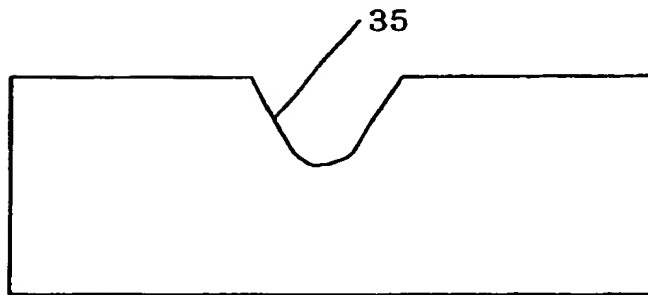
S401



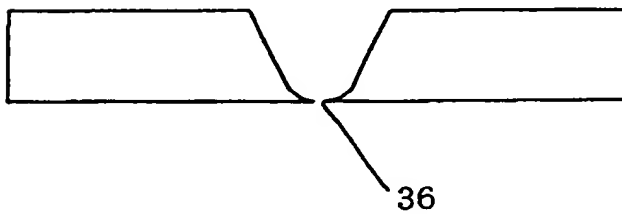
S402



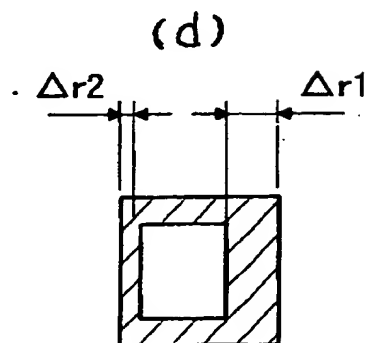
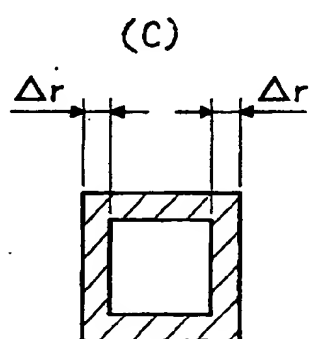
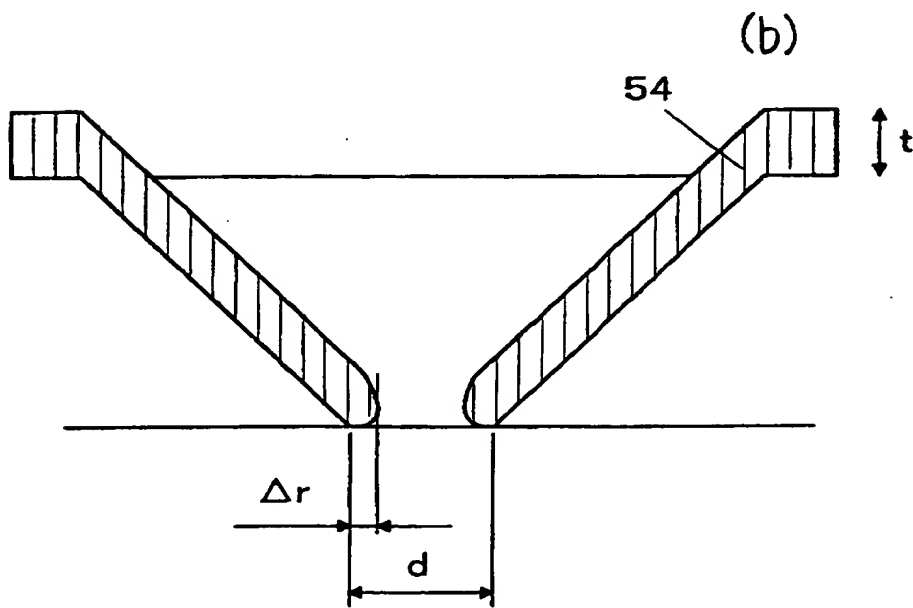
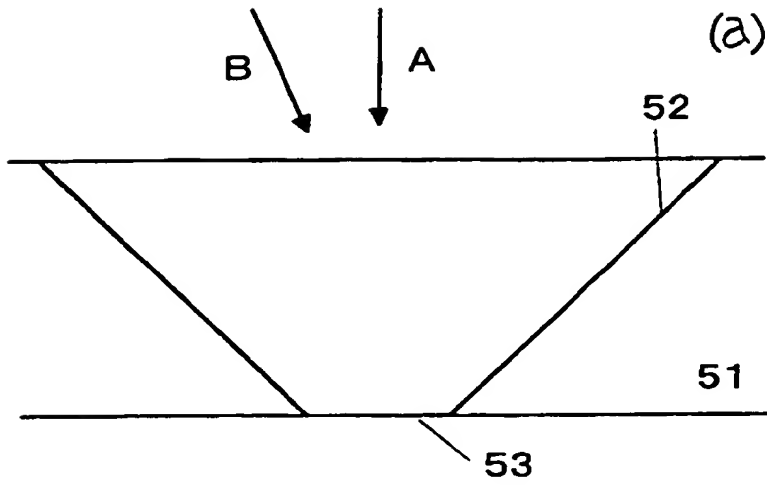
S403



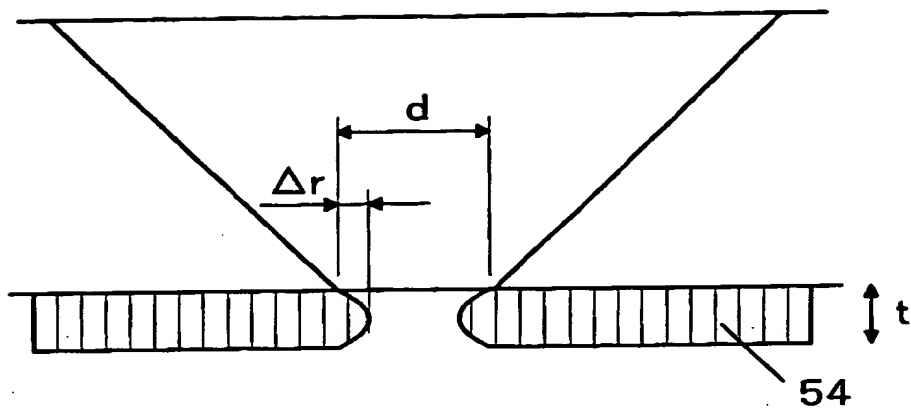
S404



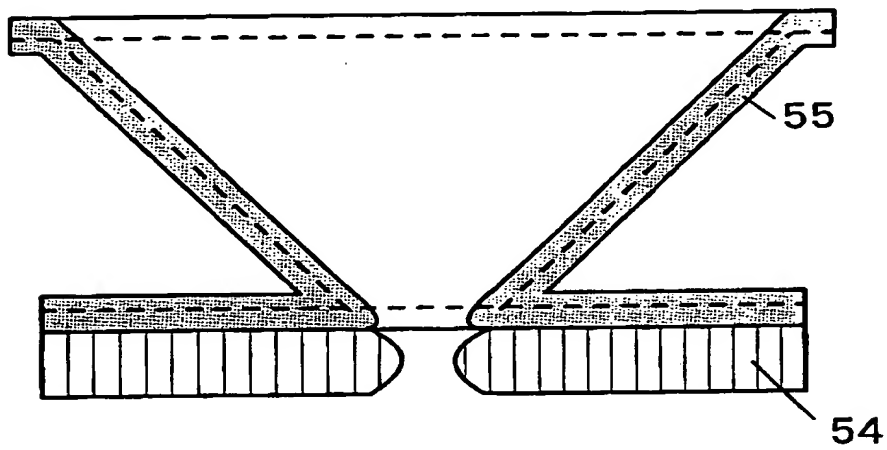
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 シリコンプロセスを用いて製造でき、平面基板に形成した微小開口から十分な光を照射、検出できる近視野光プローブを得ること。

【解決手段】 この近視野光プローブは、微小開口6をもつ平面基板1と、微小開口6近傍に十分な光を伝搬する光導波層5と、光の方向を曲げる光反射膜3とから構成されており、光導波層5、あるいは光反射膜3の一部に、集光機能を設けた構成をしている。

【選択図】 図1

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000002325

【住所又は居所】 千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地

【氏名又は名称】 セイコーインスツルメンツ株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100096286

【住所又は居所】 千葉県松戸市千駄堀1493-7 林特許事務所

【氏名又は名称】 林 敬之助

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002325]

1. 変更年月日	1997年 7月23日
[変更理由]	名称変更
住 所	千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
氏 名	セイコーインスツルメンツ株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

44

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.